

## ESTIMACION DE LA TEMPERATURA MINIMA MENSUAL MEDIA PARA ESTUDIOS AGROCLIMATICOS

E.A. DAMARIO<sup>1</sup> y A.J. PASCALE<sup>1</sup> (*ex aequo*)

Recibido: 17/05/95

Aceptado: 27/07/95

### RESUMEN

El promedio de las temperaturas mínimas absolutas mensuales de una serie de años constituye el valor climático mínima mensual media (**Tmm**), de interés para estudios agroclimáticos por ser un parámetro térmico indicativo de la peligrosidad de las temperaturas mínimas sobre cultivos sensibles a bajas temperaturas. Sin embargo, no es común encontrarlo en las estadísticas climáticas corrientes, donde sí aparece la temperatura mínima media mensual (**Tm**) o promedio de temperaturas mínimas medias mensuales.

Se encontró una relación integrable en una ecuación de primer grado entre las 12 **Tm** del año y las correspondientes **Tmm**, con ajuste suficiente para una estimación del parámetro térmico faltante en las estadísticas climáticas.

Los valores de **Tmm** de un centenar de estaciones con 20 ó más años de registro permitieron obtener los coeficientes **a** y **b** de la ecuación para el trazado de isolíneas ajustadas a valores de la serie estadística 1961-1990, las que sobre sendas cartas de la Argentina permiten estimar los valores mensuales de **Tmm** de cualquier localidad con una aproximación de  $\pm 0,5$  °C.

**Palabras clave:** temperatura mínima mensual media, Agroclimatología.

### THE MEAN MONTHLY MINIMUM TEMPERATURE ESTIMATION FOR AGROCLIMATIC STUDIES

### SUMMARY

The mean monthly minimum temperature (**Tmm**) is a climatic value obtained as average of absolute minimum monthly temperature series. It is a thermic parameter useful in agroclimatic studies in order to know the dangerous of minimum temperatures on sensible crops to low temperatures. However, it is not common in climatic records where it is posible to find the monthly minimum temperature (**Tm**) or climatic average of monthly minimum temperatures.

In this paper it is develop a first grade equation relation between 12 **Tm** of the year and the corresponding **Tmm** with sufficient fit to utilize this thermic parameter not included in the climatic statistics.

The **Tmm** corresponding to a hundred meteorological observatories with 20 or more years of records allowed to obtain the **a** and **b** coefficients of the equation. With them it was possible to draw both argentine charts of isolines adjusted to 1961-1990 climatic values, which will permit to estimate monthlies **Tmm** of any geographical place, with  $\pm 0,5$  °C approximation.

**Key words:** mean monthly minimum temperature, Agroclimatology

<sup>1</sup> Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas. Facultad de Agronomía, UBA. Avda. San Martín 4453 - (1417) Bs. As., Argentina.

## INTRODUCCION

La temperatura mínima mensual media, o promedio de las temperaturas mínimas mensuales de una serie de años, es un valor integrante del cuadro térmico local o regional, indispensable desde un punto de vista agroclimático, para manifestar las consecuencias que el régimen de temperaturas mínimas podría ocasionar en los cultivos sensibles a las bajas temperaturas. Sus valores de intensidad y variabilidad permiten conocer la probabilidad de ocurrencia mensual y anual de niveles térmicos críticos, resultando así un parámetro de mayor valor agroclimático que aquéllos de las mínimas medias o mínimas absolutas informados en las estadísticas climatológicas. Además, mediante la aplicación de un método gráfico sencillo es posible estimar, con el uso de las temperaturas mínimas mensuales medias, las fechas de ocurrencia de las primeras y últimas mínimas perjudiciales de cualquier intensidad (Damario y Pascale, 1984).

Por el hecho de que este valor no se incluye en la información climatológica de la Argentina y de la mayoría de los países, los autores estudiaron su relación con otros elementos climáticos informados en las estadísticas corrientes. Se encontró que entre los 12 valores climáticos de las temperaturas mínimas medias mensuales y las correspondientes temperaturas mínimas mensuales medias existe una relación, integrable en una ecuación de primer grado de suficiente exactitud, informada en este trabajo. Un adelanto de estos resultados fue comunicado en la VI Reunión Argentina de Agrometeorología de Córdoba (Damario y Pascale, 1994).

## MATERIALES Y METODO

Se utilizó información meteorológica oficial de Boletines y Anales varios para los periodos 1921/37 y 1942/44 (20 años) de 50 estaciones meteorológicas cubriendo el territorio argentino, para computar los 12 valores climáticos de las temperaturas mínimas medias mensuales ( $T_m$ ) y las respectivas temperaturas mínimas mensuales ( $T_{mm}$ ). Estos valores, puntuados en un sistema gráfico de coordenadas pudieron ajustarse por una ecuación lineal simple  $T_{mm} = a \cdot T_m - b$ .

Esta información y la similar de otras 52 estaciones meteorológicas con observaciones parciales dentro del

período 1928/67 se utilizaron para comprobar la regionalidad de las relaciones  $T_m$ - $T_{mm}$ .

Para verificar la posible extensión de las ecuaciones de regresión a series climatológicas de periodos recientes, se realizó la compulsa entre los valores de los coeficientes  $a$  y  $b$  de los periodos 1921/44 y 1961/90 (SMN 1981, 1986, 1992) para 16 localidades seleccionadas.

Comprobadas la regionalidad y la persistencia a través del tiempo de las relaciones entre  $T_m$  y  $T_{mm}$ , el conjunto de valores  $a$  y  $b$  para todas las localidades analizadas puntuadas sobre sendos mapas de la Argentina, permitió el trazado de isóneas cuyos valores finales fueron ajustados a los de la Serie 1961/90.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La Fig. 1 muestra la relación rectilínea existente entre las  $T_m$  y las  $T_{mm}$  en cuatro localidades

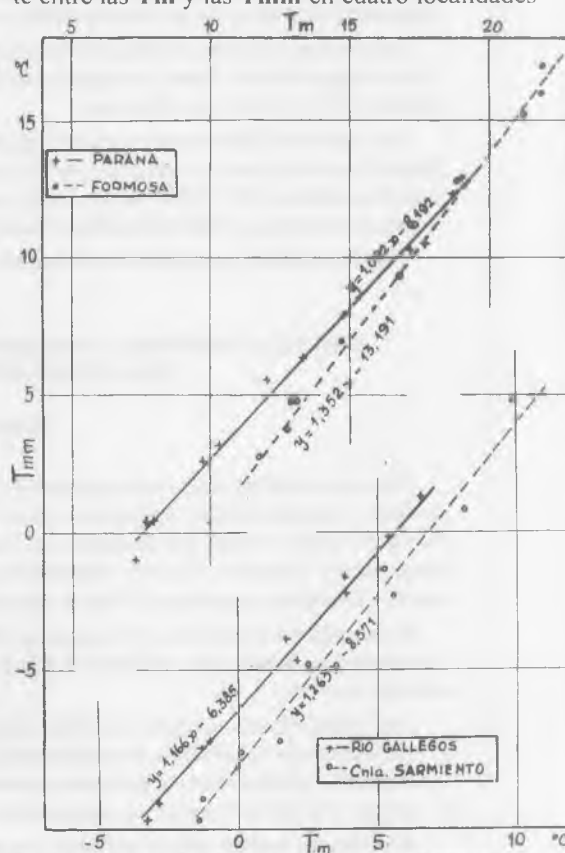


Fig. 1: Relaciones  $T_m/T_{mm}$  mensuales para el período 1921/44 (°C)

**Cuadro N° 1. Comparación entre los coeficientes  $a$  y  $b$  de la ecuación de regresión lineal obtenidos para los períodos 1921/44 y 1961/90, y los respectivos errores típicos.**

Localidad	a		b		Sy	
	1921/44	1961/90	1921/44	1961/90	1921/44	1961/90
Pergamino	1,01	1,04	-7,50	-8,01	0,39	0,44
Victorica	1,02	1,04	-7,82	-8,11	0,40	0,35
Balcarce	0,89	0,86	-5,95	-5,41	0,39	0,45
M. del Plata	0,87	0,85	-5,18	-6,47	0,29	0,44
Azul	0,93	0,93	-6,85	-6,85	0,36	0,34
R. Gallegos	1,16	1,20	-6,39	-6,52	0,58	0,75
B. Vista (Ctes.)	1,23	1,22	-10,17	-10,11	0,44	0,41
Chepes	0,95	1,02	-6,20	-7,11	0,85	0,64
Sgo. del Estero	1,15	1,19	-9,57	-10,31	0,53	0,57
Paraná	1,09	1,12	-8,19	-8,64	0,42	0,49
La Rioja	0,98	1,02	-5,91	-6,86	0,73	0,69
Ceres	1,14	1,17	-9,24	-9,63	0,42	0,57
Rivadavia	1,27	1,36	-12,05	-14,10	0,46	0,43
Córdoba	1,08	1,13	-8,39	-8,70	0,50	0,64
Concordia	1,09	1,22	-8,32	-10,03	0,31	0,46
Buenos Aires	0,99	0,97	-7,56	-6,81	0,31	0,31

**Cuadro N° 2. Comparación de los coeficientes  $a$  y  $b$  y de los promedios anuales de  $T_m$  y  $T_{mm}$  para diferentes períodos.**

Localidad	Período	Coeficiente		Promedios anuales		$\Delta T_m$	$\Delta T_{mm}$
		a	b	$T_m$	$T_{mm}$		
Azul	1921-44	0,93	-6,85	7,7	0,28	+0,1	+0,1
	1961-90	0,93	-6,85	7,8	0,29		
Bs. Aires	1921-44	0,99	-7,56	11,65	4,01	+1,59	+2,01
	1961-90	0,97	-6,81	13,24	6,02		
Mar del Plata	1921-40	0,87	-5,18	8,86	2,53	+0,11	-0,67
	1941-50	0,88	-6,04	8,97	1,86	-0,12	-0,69
	1971-90	0,85	-6,47	8,85	1,17		

para el período de referencia 1921/44 y su ajuste mediante las respectivas ecuaciones de regresión.

En el Cuadro N° 1 se comparan los coeficientes  $a$  y  $b$  de la ecuación predictiva del período de

referencia 1921/44 con los del período reciente 1961/90. Es destacable el mantenimiento casi general de los valores de la pendiente, indicativo de que la relación entre los promedios mensuales

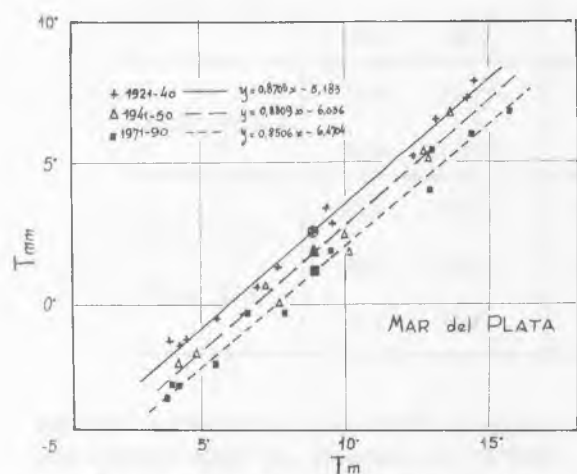
de ambas variables térmicas se conserva constante a través del tiempo. La variación en los valores de la ordenada al origen, observables para casi todas las localidades, se vincula con las diferencias en las  $T_m$  y/o las  $T_{mm}$  entre ambos períodos. Así parecen confirmarlo los ejemplos del Cuadro N° 2, en el cual se comparan los coeficientes  $a$  y  $b$  con el valor de las  $T_m$  y  $T_{mm}$  medios anuales para diferentes períodos de cómputo.

En el caso de Azul, la igualdad de los valores anuales de  $T_m$  y  $T_{mm}$  explica también la igualdad de los coeficientes  $a$  y  $b$  para ambos períodos. Por lo contrario, la ordenada al origen en la ecuación para Buenos Aires sufre una disminución de -7,56 a -6,81 en correspondencia con el aumento de las  $T_m$  de 11,65 a 13,24 y también el de las  $T_{mm}$  de 4,01 a 6,02.

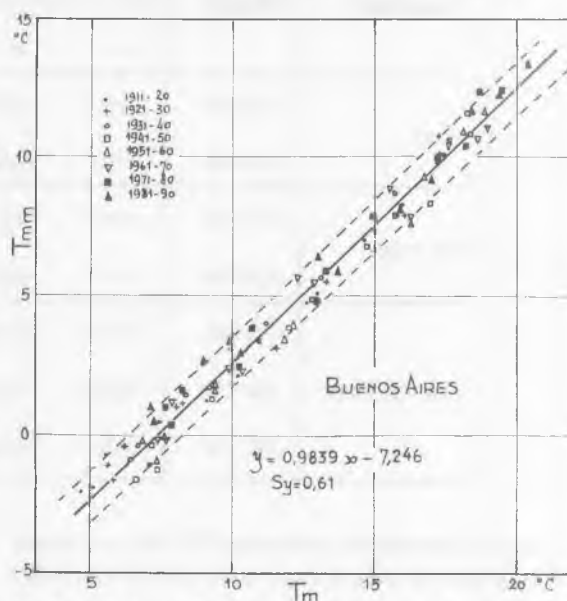
Interesante es el caso de Mar del Plata, estación que sufrió tres cambios de ubicación, a saber: hasta el año 1940 funcionó en la ciudad (38°02'S - 57°33'W - 14 m.s.n.m.); posteriormente, en los diez años siguientes se instaló en el Faro Punta Mogotes (38°08'S - 57°33' W - 24 m) y ya en el período 1971/90 adquirió su ubicación actual en el aerodromo de Camet (37°56'S - 57°35'W - 21 m). Curiosamente, las  $T_m$  anuales de las tres ubicacio-

**Cuadro N° 3.** Variación de los coeficientes de la regresión  $T_m$  y  $T_{mm}$  para Buenos Aires según la cantidad de años integrantes de la serie considerada.

Período	Coefic.		Rango		Sy
	a	b	a	b	
1911-20	0,95	6,76	0,14	2,29	0,61
21-30	0,92	6,55			
31-40	1,02	7,59			
41-50	1,06	8,63			
51-60	1,01	7,93			
61-70	0,97	7,05			
71-80	1,00	7,22			
1981-90	0,95	6,34			
1911-30	0,94	6,68	0,10	1,66	0,40
21-40	0,97	7,11			
31-50	1,04	8,13			
41-60	1,04	8,34			
51-70	0,99	7,47			
61-80	0,98	7,13			
1971-90	0,97	6,78	0,05	0,92	0,39
1911-40	0,96	7,02			
1931-60	1,01	7,94			
1961-90	1,00	7,42			
1911-50	0,99	7,39	0,01	0,19	0,33
1951-90	0,98	7,20			
1911-90	1,00	7,34	-	-	0,31



**Fig. 2:** Regresiones entre los valores  $T_m$  y  $T_{mm}$  para las tres ubicaciones de la estación meteorológica Mar del Plata



**Fig. 3:** Relaciones  $T_m/T_{mm}$  mensuales para períodos decádicos en Buenos Aires y línea de regresión para el conjunto de valores.

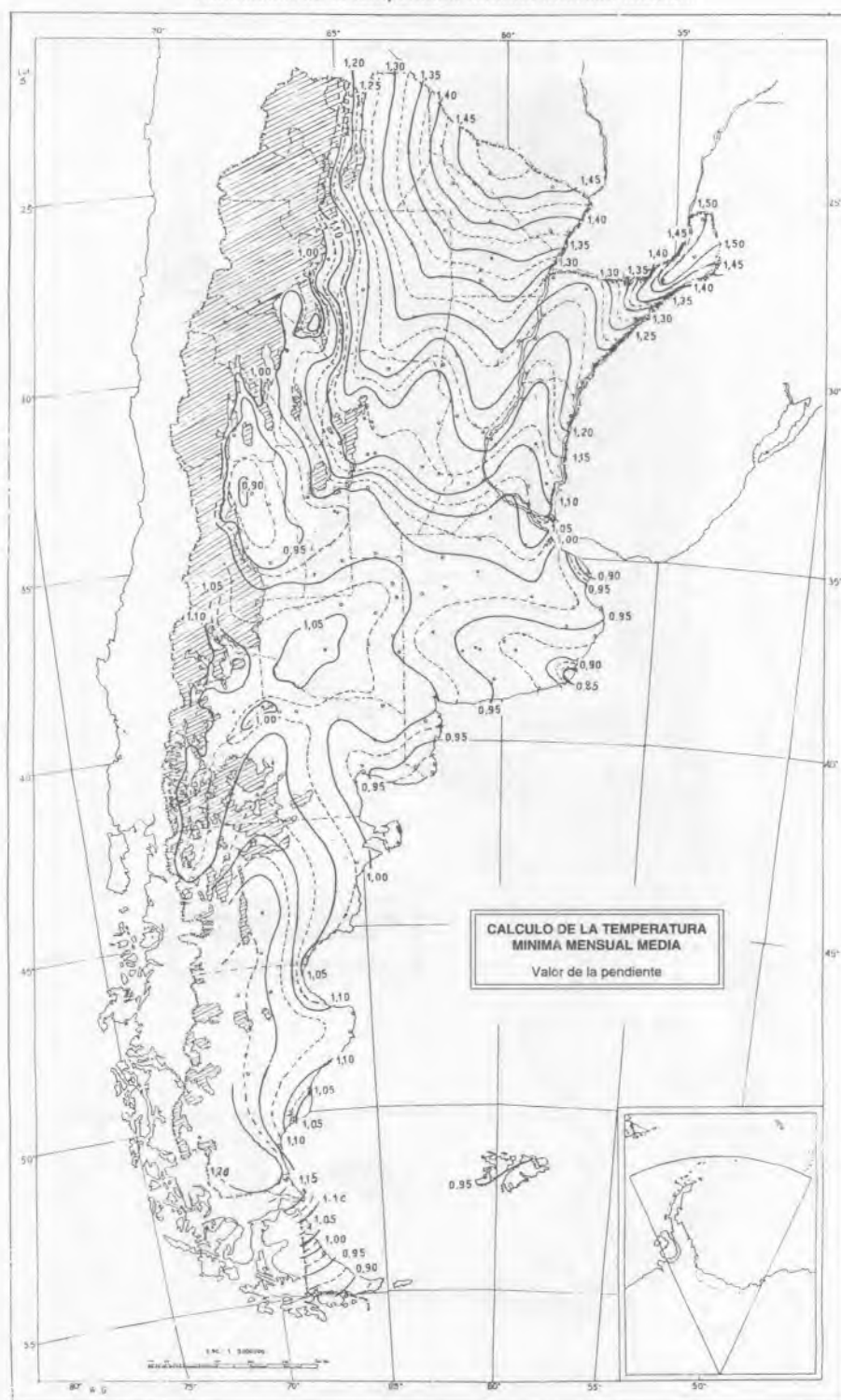


Fig. 4: Estimación del valor  $a$  en la ecuación ( $T_{mm} = a T_m - b$ ) para el cálculo de la temperatura mínima mensual media

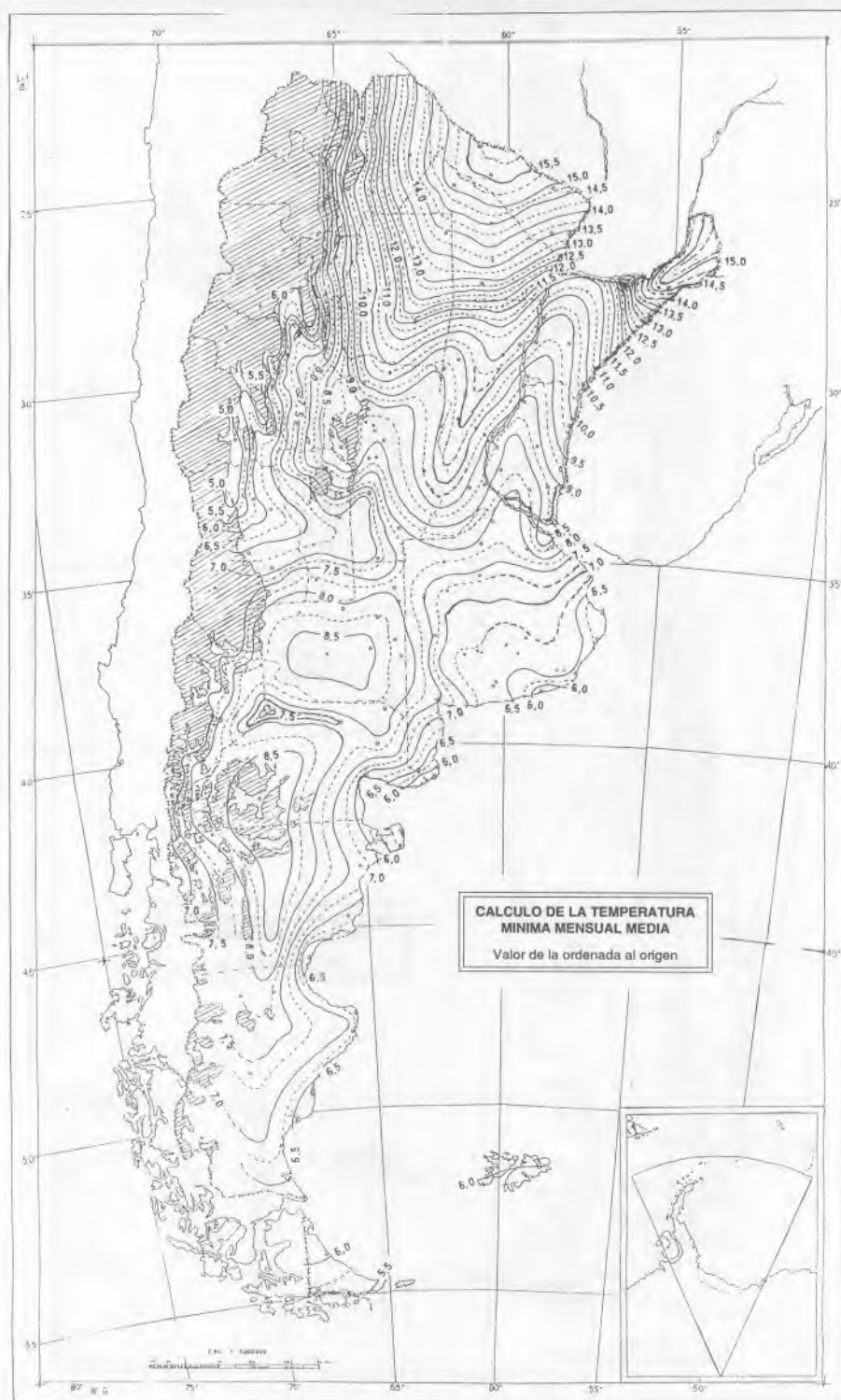


Fig. 5: Estimación del valor  $b$  en la ecuación ( $T_{mm} = a T_m - b$ ) para el cálculo de la temperatura mínima mensual media



nes resultan poco diferentes, pero las **Tmm** señalan una importante intensificación de las temperaturas mínimas invernales con el cambio de ubicación, lo que se refleja en el respectivo aumento del coeficiente **b** que pasa de -5,18 a -6,47, aunque la pendiente se mantiene prácticamente constante, como se muestra claramente en la Fig. 2.

La modificación en los valores de los coeficientes de la recta de regresión también se produce según la cantidad de años utilizados para computar las **Tm** y **Tmm** mensuales. El Cuadro N° 3, con valores de Buenos Aires computados para diferentes períodos, muestra que la variación de **a** es siempre mucho menor que la de **b** cualquiera sea la extensión del período de cómputo. Los valores de rangos y de errores típicos indicados en el cuadro, aconsejan la conveniencia de establecer las relaciones entre las **Tm** y las **Tmm** a partir de registros de por lo menos 30 años de extensión si se desea obtener relaciones confiables.

La Fig. 3 reproduce gráficamente la recta de regresión obtenida de los 96 pares **Tm-Tmm** correspondientes a las 8 series decenales de Buenos Aires y el error típico respectivo igual a  $\pm 0,61$ .

Finalmente, el cómputo de las ecuaciones de la relación **Tm-Tmm** utilizando la información de un centenar de estaciones meteorológicas con observaciones durante 20 ó más años en el transcurso del período 1921/67 y la transferencia de los valores de los coeficientes **a** y **b** a sendos mapas de la Argentina, permitió corroborar la característica regional de las relaciones, lo que facilitó el adecuado trazado de isolíneas. En las cartas de las Figs. 4 y 5, la trayectoria de las isolíneas responde a la mayor información disponible del período 1921/67, pero los valores de las mismas fueron ajustados a los datos del período 1961/90 para otorgarles actualidad. Estas cartas permiten estimar los valores de **Tmm** de cualquier localidad de la que se conozcan sus **Tm**, con una aproximación que en promedio, es de  $\pm 0,5$  °C.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARGENTINA (1921-37)(1942-44)(1956-67). Boletines y Anales Climatológicos varios. Servicio Meteorológico Nacional.
- ARGENTINA 1981. Estadística climatológica 1961-70. Servicio Meteorológico Nacional Serie B, N° 35, 188 pág.
- ARGENTINA 1986. Estadísticas meteorológicas 1971-80. Servicio Meteorológico Nacional. Est. N° 36, 169 pág.
- ARGENTINA 1992. Estadísticas climatológicas 1981-90 Servicio Meteorológico Nacional Serie B N° 37, 709 pág.
- DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE 1984. Fechas medias estimadas de primeras y últimas temperaturas mínimas perjudiciales para los cultivos en la Argentina, *Rev. Facultad de Agronomía*, 5 (3): 193-211, Buenos Aires.
- DAMARIO, E.A. y A.J. PASCALE 1994. Estimación de la temperatura mínima mensual media para cálculos agroclimáticos. *Actas VI Reunión Argentina de Agrometeorología*, 1: 51-52, Villa C. Paz, Córdoba.